



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA -UniCEUB**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**PEDRO HUGO EIDY PONTES ENDO**

**IDENTIFICADOR DE LINHA DE ÔNIBUS PARA DEFICIENTES VISUAIS**

**Orientador: Prof. MsC Francisco Javier de Obaldia**

Brasília  
julho, 2013

**PEDRO HUGO EIDY PONTES ENDO**

**IDENTIFICADOR DE LINHA DE ÔNIBUS PARA DEFICIENTES VISUAIS**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília (UniCEUB)  
como pré-requisito para a obtenção de  
Certificado de Conclusão de Curso de  
Engenharia de Computação.  
Orientador: Prof. MsC. Francisco Javier  
de Obaldia.

Brasília  
julho, 2013

**PEDRO HUGO EIDY PONTES ENDO**

**IDENTIFICADOR DE LINHA DE ÔNIBUS PARA DEFICIENTES VISUAIS**

Trabalho apresentado ao Centro  
Universitário de Brasília (UniCEUB)  
como pré-requisito para a obtenção de  
Certificado de Conclusão de Curso de  
Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. MsC Francisco Javier  
de Obaldia.

Este Trabalho foi julgado adequado para a obtenção do Título de Engenheiro de Computação, e  
aprovado em sua forma final pela Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas -FATECS.

---

Prof. Abiezer Amarilia Fernandes  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Francisco Javier De Obaldía, Mestre.  
Orientador

---

Prof. Luciano Henrique Duque, Mestre.  
UniCEUB

---

Prof. Luís Cláudio Lopes de Araújo, Mestre.  
UniCEUB

---

Prof. Flávio A. Klein, Mestre.  
UnB

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais Iaponira e Edilson, por estarem sempre presente, me apoiarem e me ajudarem em todos os momentos da minha vida e em toda esta trajetória até a conclusão do curso e me tornar um engenheiro de computação.

Agradeço aos professores do UniCEUB, que me direcionaram corretamente ao longo do curso, ampliando minha visão sobre todas as áreas da computação com suas experiências e suas aulas. Aos meus companheiros de curso, amigos mais próximos e colegas de trabalho que me incentivaram e acompanharam nessa longa jornada. Um pouco de cada um deles está neste trabalho.

Agradeço ao meu professor orientador Francisco Javier por me orientar corretamente, sempre avaliar meus passos no desenvolvimento deste projeto de maneira sucinta e prontamente ajudar com todas as dificuldades encontradas.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
1 – INTRODUÇÃO .....	11
1.1 – Apresentação do Problema.....	11
1.2 – Objetivos do Trabalho .....	11
1.2.1 – Objetivos Gerais.....	11
1.2.2 – Objetivos Específicos.....	11
1.3 – Justificativa e Importância do Trabalho .....	11
1.4 – Escopo do Trabalho.....	12
1.5 – Resultados Esperados.....	13
1.6 – Estrutura do Trabalho.....	13
2 – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA .....	15
3 - BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA .....	17
3.1 - Transporte público – Sistema Atual .....	17
3.2 - Acessibilidade no Transporte Público e Limitações .....	17
3.3 - Transmissão em Radiofrequência (RF) .....	18
3.3.1 – Ondas de Rádio .....	18
3.3.2 – Componentes Eletrônicos para a Transmissão e Recepção de sinais.....	19
3.3.2.1 – Transmissor .....	19
3.3.2.2 – Receptor .....	21
3.3.2.3 – Encoder .....	21
3.3.2.4 – Decoder .....	22
4 – PROTÓTIPO DE SOLUÇÃO PARA COMUNICAÇÃO .....	23
4.1 – Apresentação Geral do Modelo Proposto.....	23
4.2 – Descrição das Etapas do Modelo .....	24
4.2.1 – Sistema Transmissor .....	24

4.2.2 – Sistema Receptor.....	26
4.3 – Implementação .....	29
5 - APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....	32
5.1 – Apresentação da Área de Aplicação do Modelo .....	32
5.2 – Descrição da Aplicação do Modelo .....	32
5.3 – Resultado da Aplicação do Modelo .....	32
5.4 – Custos do Modelo Proposto .....	34
5.5 – Avaliação Global do Modelo.....	35
6 – CONCLUSÃO .....	36
6.1 – Conclusões .....	36
6.2 - Sugestões Para Trabalhos Futuros .....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Fluxograma do funcionamento identificador de linha de ônibus .....	13
Figura 3.1 – Faixa de frequência das ondas de rádio .....	18
Figura 3.2 - Transmissor RF .....	20
Figura 3.3 - Modulações AM e FM.....	20
Figura 3.4: Receptor de radiofrequência.....	21
Figura 3.5 Circuitos integrados encoder .....	22
Figura 3.6. Circuito integrado decoder.....	22
Figura 4.1: Visão geral do protótipo .....	23
Figura 4.2 Circuito transmissor.....	24
Figura 4.3: Transmissor TXA1-434-F11.....	25
Figura 4.4: Encoder HT12E.....	25
Figura 4.5: Transistor LM7805A .....	26
Figura 4.6: Chave DIP 4 vias .....	26
Figura 4.7: Circuito receptor. ....	27
Figura 4.8: Receptor RXA27L-433MHz .....	27
Figura 4.9: Decoder HT12D. ....	28
Figura 4.10 Sistema de áudio independente.....	28
Figura 4.11: Protoboard.....	29
Figura 4.12: Transmissor e encoder.....	29
Figura 4.13: Receptor e decoder.....	30
Figura 4.14: Solução para o problema do bit 0 .....	31
Figura 4.15: Dispositivo Transmissor .....	31
Figura 4.16: Dispositivo Transmissor .....	31
Figura 5.1: Nenhuma linha selecionada .....	33
Figura 5.2: Linha identificada .....	33
Figura 5.3: Linha diferente.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Custos do sistema transmissor.....	34
Tabela 5.2: Custos do sistema receptor. ....	34



## RESUMO

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - 04/2012), a deficiência visual é a deficiência mais frequente entre os brasileiros, cerca de 35 milhões de pessoas declaram ter grave dificuldade ao enxergar. A impossibilidade de guiar veículos faz com que este grupo dependa muito do transporte público para se deslocar e a grande dificuldade está em identificar os ônibus. Este trabalho visa auxiliar os deficientes visuais a identificarem o destino do ônibus que se aproxima da parada de forma simples, digna, autônoma, discreta e principalmente de baixo custo. Para isso, uma solução de hardware utilizando transmissão RF foi desenvolvida. Com o uso dessa solução o deficiente visual receberá um sinal sonoro quando a linha de ônibus correta for detectada, indicando que seu ônibus se aproxima.

**Palavras Chave:** Deficiente visual, identificador, linha de ônibus, transmissão RF, radiofrequência.

## **ABSTRACT**

According to IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics - 04/2012), visual impairment is the most common disability among Brazilians, about 35 million people report having serious difficulty in seeing. The inability to drive vehicles force this group to depend on public transport to move around, and the great difficulty is in identifying the bus. This work aims to help the visually impaired to identify the destination of the bus that approaches the bus stop in a simple, dignified, autonomous, discrete and mostly inexpensive. With such purpose, a hardware solution was developed using RF transmission. Using this solution the visually impaired get a sound when the correct bus route is detected, indicating that his bus approaches.

**Keywords:** visually impaired, identifier, bus route, RF transmission, radiofrequency.

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 – Apresentação do Problema**

Atualmente o Brasil tem 45,6 milhões de pessoas com deficiência, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-04-27/ibge-24-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em 23/03/2013]. A deficiência mais frequente entre a população brasileira é a visual, onde cerca de 35 milhões de pessoas (18,8% da população) declararam ter dificuldade de enxergar, mesmo com óculos ou lentes de contato.

Apesar dos inúmeros problemas que afetam os deficientes visuais, a locomoção é algo tão importante quanto difícil para este grupo, principalmente no Brasil. A impossibilidade de guiar um veículo por meios próprios os fazem depender do transporte público, mas algo que deveria ser simples torna-se um problema. Dependem sempre de terceiros para realizar esta atividade, mas para os que andam desacompanhados, nem sempre podem contar com ajuda alheia. Motoristas de ônibus impacientes e pessoas mal-intencionadas dificultam este processo, o que faz com que muitas vezes sejam obrigados a parar todos os ônibus e perguntar o destino de cada um.

Um sistema automatizado que identifique seu ônibus traria maior autonomia e dignidade para os deficientes visuais?

### **1.2 – Objetivos do Trabalho**

#### **1.2.1 – Objetivo Geral**

O projeto tem como objetivo desenvolver solução de hardware para auxiliar o deficiente visual a utilizar o transporte público de uma forma mais independente através de um dispositivo móvel, que o informará quando o ônibus de sua linha escolhida estiver próximo.

#### **1.2.2 – Objetivos Específicos**

- Auxiliar o deficiente na identificação da linha de ônibus.
- Tornar a utilização do transporte público por parte dos deficientes visuais uma atividade simples, digna, autônoma e discreta.
- Produzir um dispositivo acessível financeiramente e de fácil implementação para ser utilizado de forma imediata.

### **1.3 – Justificativa e Importância do Trabalho**

O direito de ir e vir deve ser exercido por todos da maneira mais digna possível, em especial os deficientes que devem exercê-lo de forma segura e autônoma assim como descrito na lei Nº 10.098/2000 [[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/110098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110098.htm). Acessado em 06/04/2013]. Para um portador de deficiência visual, usufruir deste direito se torna constrangedor quando se trata de utilizar o transporte público mais comum nas cidades brasileiras, o ônibus. Apesar das várias soluções de acessibilidade para deficientes já implementadas, como rampas de acesso, corrimãos, barras laterais, pisos táteis e mapas táteis, ainda carece de uma forma ou mecanismo para que uma pessoa que não enxerga identifique o ônibus de sua linha de forma autônoma e com dignidade.

Neste projeto, foi implementado um dispositivo alternativo, portátil, de baixo custo, e eficiente na detecção de uma linha de ônibus especificada pelo usuário, podendo ser utilizado não apenas por pessoas sem visão alguma, mas por aquelas que possuem uma visão debilitada.

O custo da solução é baixo e sua instalação muito simples, o que viabiliza sua implementação, podendo ser instalado e utilizado em qualquer tipo de ônibus, até mesmo os não adaptados para deficientes, sem maiores problemas.

#### **1.4 – Escopo do Trabalho**

O protótipo é composto por dois dispositivos, um transmissor e o outro receptor. O dispositivo transmissor, que no caso será acoplado ao ônibus, contém um transmissor sem fio, cuja frequência é dividida em canais para que se possa distinguir as linhas de ônibus, os canais são alterados manualmente através de uma chave. Da mesma forma o receptor, que é portátil, tem a recepção individual de cada canal alterada manualmente, que quando em sincronia com o dispositivo transmissor, informa por voz que seu ônibus se aproxima.

Não foi implementado no protótipo a função de informar todas as linhas que se aproximam, nem ditar o número da mesma, apenas alertar a aproximação do ônibus da linha escolhida pelo usuário com uma gravação padrão. O dispositivo também não informa ao motorista que existe um deficiente na parada de ônibus que deseja embarcar no veículo, a intenção é que o processo de embarque seja feito da forma mais discreta possível.

A figura 1.1 esboça o fluxograma de funcionamento. Dentro do ônibus o dispositivo já se encontraria em funcionamento, transmitindo um sinal, que quando se aproxima da parada onde exista alguém portando um dispositivo receptor ligado e com a mesma linha ativada, a uma distância de aproximadamente 100 metros da parada aciona o dispositivo do usuário (deficiente visual) e emite um sinal sonoro (gravação). Com essa distância haverá um bom tempo de reação por parte do usuário. O sinal sonoro é emitido a partir de fones de ouvido, para maior descrição e comodidade.

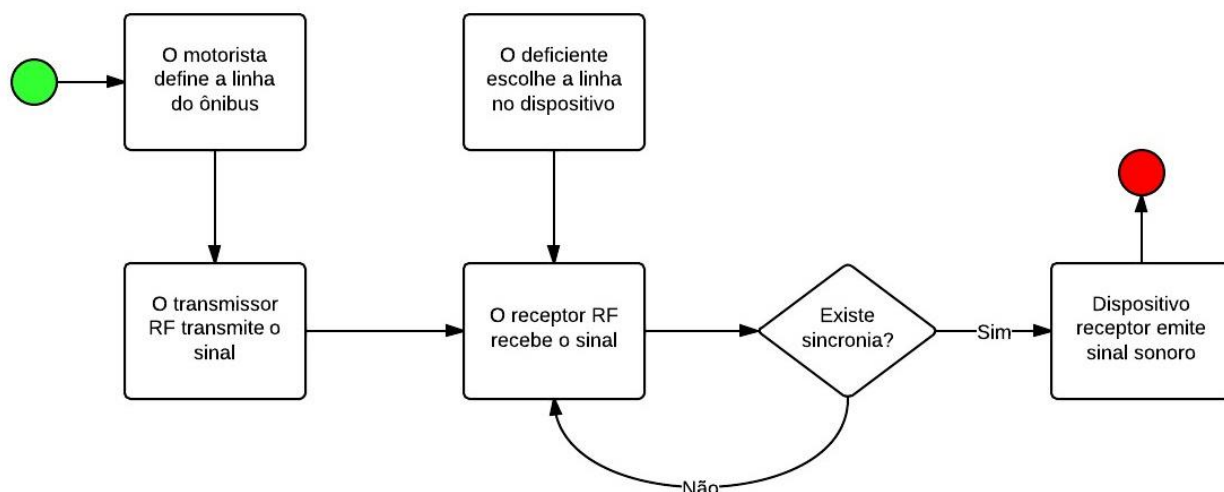


Figura 1.1 – Fluxograma do funcionamento do dispositivo identificador de linha de ônibus.

Fonte: Autor.

### 1.5 – Resultados Esperados

É esperado neste trabalho como resultado, um dispositivo eletrônico que identifique o ônibus correto por aproximação e dispare um sinal sonoro. Auxiliando dessa forma, deficientes visuais que utilizem desse transporte público.

O dispositivo deve alertar o deficiente que o ônibus se aproxima, em uma distância aproximada de 100 metros, o que daria tempo do usuário se levantar e gesticular indicando que deseja embarcar no veículo.

A utilização das ondas de rádio devem agir de forma que seja possível o dispositivo identificar que o ônibus se aproxima independente de onde o deficiente esteja, dando ele mobilidade para se posicionar onde for possível dentro do espaço destinado para a parada de ônibus.

### 1.6 – Estrutura do Trabalho

Este trabalho é dividido em 6 capítulos.

O capítulo 1 aborda toda a informação que incentivou o desenvolvimento desse trabalho consiste da introdução, apresentação do problema, objetivos do trabalho, justificativa e importância do trabalho, escopo do trabalho, resultados esperados e estrutura do trabalho.

No capítulo 2 existe uma ampla visão sobre o problema identificado, com várias referências a notícias de jornais diversos sobre as dificuldades do deficiente visual.

No capítulo 3 são apresentadas as bases metodológicas para resolução do problema, uma visão sobre o sistema de transporte público brasileiro atual, a acessibilidade e suas limitações,

transmissão em radiofrequência e os equipamentos eletrônicos necessários para a transmissão e recepção de sinais.

No capítulo 4 é descrito o modelo proposto, mostrando a implementação e métodos para a construção do protótipo. Contém a apresentação geral do modelo proposto, componentes de modelo e aplicação, descritivo de funcionalidade, descrição das etapas do modelo, montagem do circuito e testes e resultados.

No capítulo 5 é abordada a aplicação do modelo proposto, com a apresentação da área de aplicação do modelo, descrição da aplicação e avaliação global.

No capítulo 6 estão descritas as conclusões sobre o trabalho, com suas dificuldades e também sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

É notório em nosso país que quando um deficiente de qualquer natureza, ao tentar utilizar um ônibus, raramente os funcionários das companhias estão preparados para auxiliá-lo. No caso de deficientes visuais, normalmente as pessoas são solidárias e os ajudam dizendo qual ônibus se aproxima, os deficientes desacompanhados são dependentes dessas pessoas que nem mesmo o conhecem, o que, de fato, não é o ideal. Contar com a ajuda de desconhecidos para realizar esta tarefa acarreta em casos de deficientes visuais que são vítimas de pessoas mal-intencionadas que se aproveitam da fragilidade da vítima para cometer delitos como roubos, furtos e até mesmo sequestros. Um caso que ocorreu em 2012 na cidade de Belém-PA ilustra a exposição desta minoria às atividades ilícitas de criminosos. Um homem se ofereceu para ajudar um senhor com deficiência visual que estava em um terminal rodoviário, pouco tempo após ganhar sua confiança, o homem ofereceu um iogurte. Após ingerir o alimento, o senhor desmaiou e algumas horas depois acordou em um pronto socorro, descobrindo em seguida que todo o seu dinheiro havia sido furtado [<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2012/12/deficiente-visual-e-vitima-de-golpe-em-belem.html>]. Acessado em 20/04/2013].

Para o deficiente visual que tenta identificar a linha do ônibus é bastante constrangedor parar todos os ônibus para perguntar aos motoristas qual o destino, o que causa reprovação por parte dos demais passageiros e atrapalha o trânsito, resultando em respostas grosseiras e em alguns casos propositalmente errôneas. Uma cena inusitada que aconteceu em Londrina – PR, relatado por Almir Escatambulo em uma matéria escrita ao portal de notícias “odiario.com“. [<http://blogs.odiario.com/acessibilidade/2012/12/19/pessoas-com-deficiencia-visual-e-o-transporte-coletivo-um-desafio/>]. Acessado em 03/04/2013], exemplifica este cenário de constrangimento, onde um deficiente visual perguntou ao motorista se o ônibus era de determinada linha, este respondeu fazendo um gesto com a cabeça, algo considerado pelo jornalista como um “absurdo”, uma vez que um deficiente visual é não enxerga. Apesar de muitas pessoas ajudarem os deficientes visuais a identificarem seus ônibus, existem sim muitos casos de ações maliciosas contra este grupo, assim como o constrangimento e a dependência na hora de utilizar este serviço de transporte público.

Os deficientes visuais costumam fazer sempre os mesmos caminhos, passando pelo mesmo local por onde decoraram, evitando tomar rumos diferentes ou se aventurar em ir a locais desconhecidos desacompanhados. Em um caminho solitário rotineiro de um deficiente visual até o trabalho, por exemplo, que precise atravessar determinado trecho utilizando-se de um ônibus, o ponto crítico de toda esta trajetória será identificar o ônibus da linha correta na parada de ônibus, não há uma maneira independente para este indivíduo, perceber qual é o ônibus que se aproxima, é necessário uma manifestação externa. Identificar onde descer não é tão complicado quanto

identificar o ônibus correto, como mostrado na entrevista da jornalista Elisa Tecles em sua matéria “Cegos mostram como fazem para driblar a ignorância que encontram no dia-a-dia” para o jornal Correio Braziliense (2008). Na reportagem, José Alves Neto de 31 anos de idade, deficiente visual desde os 2 anos, diz que precisa da ajuda de outros passageiros para identificar o veículo correto, e após duas horas de viagem, prestando atenção nas curvas e quebra-molas, percebe que seu local de desembarque está próximo e desta forma desce sempre na parada correta [<http://www.unilehu.org.br/noticias/noticia20/>. Acessado em 05/04/2013].

Apesar de um problema antigo, apenas recentemente alguns projetos estão sendo colocados em prática para resolver este tipo de problema visando a autonomia dos deficientes visuais, alguns até muito elaborados e com uma série de aparatos eletrônicos. Entretanto, muitos desses não condizem com a realidade brasileira, e em longo prazo, são perecíveis.

Em São Caetano do Sul – SP foi apresentado um projeto de parada de ônibus informatizada, com dispositivos instalados nos pontos de ônibus e dentro dos coletivos, onde o deficiente utilizaria botões em um dispositivo instalado no próprio ponto para indicar a linha desejada, e dentro do ônibus, o motorista é informado sobre um deficiente aguardando para o embarque. Porém, este tipo de solução custa caro e está sujeita a atos de vandalismo em todo o país, existem inúmeros casos de destruição de pontos de ônibus, e em algumas ocasiões mais graves, criminosos chegam a colocar abaixo estruturas feitas de concreto [<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2013/01/pontos-de-onibus-em-manaus-sao-alvo-de-atos-de-vandalismo.html>. Acessado em 06/04/2013].

Outra solução, desenvolvida pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com o mesmo propósito, funciona como descrita pelo pesquisador Julio Cesar de Melo: "No ponto de ônibus o usuário aciona o aparelho, que emite um sinal para o dispositivo instalado nos ônibus. O motorista vê o sinal no painel e sabe, antecipadamente, que no próximo ponto deve parar" [<https://www.ufmg.br/online/arquivos/014795.shtml>. Acesso em 06/04/2013]. Outro problema no sistema de transporte público brasileiro é que muitos motoristas de ônibus ignoram deficientes físicos nas paradas de ônibus, seja pelo incômodo de tê-los que ajudar a embarcar ou atrasarem a viagem e acarretar na perda de passageiros pagantes para outros ônibus ou transporte clandestino. Diferente de cadeirantes, por exemplo, um deficiente visual pode não aparentar ser deficiente ao aguardar um ônibus numa parada, e um sistema que não alerte o condutor quanto à presença de um deficiente no próximo ponto, anularia grande parte desta prática por parte dos motoristas.

Visando todos estes problemas, foi desenvolvida uma solução que resolva o problema de identificação dos ônibus nos pontos, mas não apenas isto, levando em consideração a autonomia, a disponibilidade, durabilidade e confiabilidade da solução, o deficiente visual poderá utilizar-se de um meio eficiente de identificar seu ônibus.



## **CAPÍTULO 3 – BASES METODOLÓGICAS PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA**

### **3.1 - Transporte Público – Sistema Atual**

No Brasil, o transporte público acontece, na maior parte das vezes, por meio de ônibus, trens e metrô. Apesar de ser apontado como a solução para a melhoria do trânsito, principalmente nas grandes cidades onde é mais necessário, sofre com o mau planejamento, pouco investimento e sucateamento, gerando transtorno para a população. Se for bem planejado urbanisticamente e obter investimentos, o transporte público pode gerar melhor qualidade de vida para uma cidade ou região, como acontece em Curitiba-PR, onde o sistema de transporte público da cidade serve como modelo para o país inteiro e até mesmo recebe destaque em eventos internacionais.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2011 [<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/911138-55-dos-usuarios-estao-insatisfeitos-com-transporte-coletivo.shtml>. Acessado em 16/04/2013], 65% dos brasileiros utilizam o transporte público como meio de locomoção diário, e mais da metade, 55% dizem estar insatisfeitos com o transporte público por motivos diversos. Por conta disso e aliado ao aumento do poder aquisitivo das classes mais baixas e às facilidades de crédito e que estão sendo oferecidas nos últimos anos, cada vez mais pessoas estão adquirindo meios de transporte particulares, piorando cada vez mais a situação do trânsito nas cidades.

Atualmente, os serviços de transporte público mais utilizados no Brasil são ônibus e trens, devido ao grande número de rodovias e a malha ferroviária disponível. Apesar de considerar-se a situação do transporte coletivo como não sendo a ideal, algumas cidades destacam-se pelo seu planejamento urbano e pela forma como cuidam do transporte, entre as capitais, a mais conhecida é a já citada Curitiba, no Paraná.

Existe uma série de problemas de investimento no transporte público brasileiro, pode-se dizer que seu número é insuficiente para a população e suas condições são precárias. Nas capitais do país, apesar da precariedade, as necessidades da população de um modo geral são supridas, o problema mais grave está nas regiões interioranas afastadas das metrópoles, onde o sistema é insuficiente e ineficiente.

### **3.2 - Acessibilidade no Transporte Público e Limitações**

Acessibilidade não significa apenas adaptar normas e estruturas para que pessoas com deficiências ou mobilidade reduzida obtenham acesso a locais e participem de atividades, mas a inclusão homogênea de toda uma população, visando adaptações e eliminando as barreiras tanto físicas quanto sociais.

Nas últimas décadas, este conceito de acessibilidade vem sendo entranhado na arquitetura e no urbanismo como um quesito fundamental, e está se tornando algo extremamente natural pensar na acessibilidade. Nota-se em novos projetos, a acessibilidade sendo aplicada de forma intensiva, de um jeito que seja fundamental para aprovação do mesmo. Apesar de que projetos mais antigos que não visavam este conceito de acessibilidade estejam sendo adaptados, na prática muitos ainda não conseguiram se atualizar. O sistema de transporte público é um destes, que ainda passa por adaptações para os deficientes físicos e pessoas com mobilidade reduzida.

A acessibilidade dos portadores de necessidades especiais aos sistemas de transporte público está garantida pelas Leis 10.048 e 10.098/2000 e pelo Decreto-Lei 5296/2004. Nestas normas estão descritas todas as obrigações que devem ser cumpridas por todas as organizações, sejam elas públicas ou privadas, que participam de concepção, construção, operação e manutenção dos sistemas de transporte público, desde a infraestrutura até os veículos.

De acordo com o site da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU) [Disponível em <http://www.ntu.org.br/novosite/mostraPagina.asp?codServico=139>. Acessado em 04/05/2013] desde 2008 a indústria brasileira só fabrica ônibus acessíveis. Com a renovação natural da frota, a tendência é de que em alguns anos, as exigências sejam cumpridas em sua totalidade. Mas quanto à infraestrutura urbana, o cenário é outro. Muito pouco se tem feito, são raras as cidades onde programas de obras públicas voltadas para acessibilidade estão em andamento, o que atrasa de forma drástica o progresso conseguido pelas empresas de transportes para conseguir um sistema de transporte acessível. Não adianta apenas investir em veículos sem uma infraestrutura adequada.

Com todas estas dificuldades, se já o passageiro comum enfrenta problemas o que dizer das pessoas deficientes, como os que apresentam deficiências visuais. Melhorias para os passageiros sem deficiências devem vir acompanhadas de melhorias para os deficientes, quanto ao acesso ao transporte, sinalização e soluções que os ajudem a minimizar as restrições impostas pelo seu estado e dificuldades de locomoção.

### **3.3 - Transmissão em Radiofrequência (RF)**

#### **3.3.1 – Ondas de Rádio**

Uma onda de rádio é, na verdade, radiação eletromagnética que tem o comprimento de onda maior e frequência menor do que a radiação infravermelha. Assim como todas as ondas eletromagnéticas, a onda de rádio tem a capacidade de se propagar na velocidade da luz no vácuo, e é gerada naturalmente por raios ou objetos astronômicos. As ondas de rádio são geradas artificialmente para serem utilizadas em rádios amadores, radiodifusão, telefonia móvel, radar e demais sistemas de navegação, comunicação via satélite, redes de computadores e em inúmeras

outras aplicações. Pela praticidade e conveniência, as comunicações via rádio vêm sendo amplamente utilizadas. As ondas de rádio são divididas em faixas de frequência, que variam entre 30 quilohertz a 300 gigahertz. Essas faixas de frequências estão classificadas em grupos, comumente denominados: onda curta, onda média e onda longa. Dentro destes segmentos, estão as estações de radiodifusão, serviços de comunicação aérea, marítima, telegrafia etc. [RADIOFREQUÊNCIA. Dicionário Houaiss de Física. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2005, p. 192] A figura 3.1 ilustra as faixas de frequência das ondas de rádio.

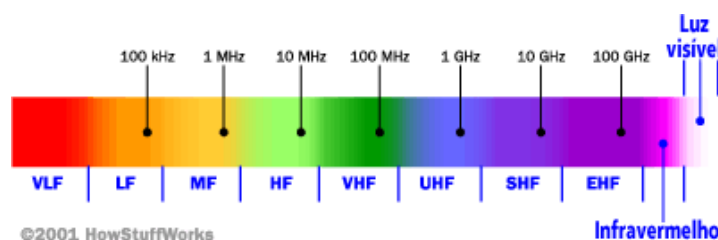


Figura 3.1: Faixa de frequência das ondas de rádio. Fonte: How Stuff Works.

As ondas de rádio podem ser produzidas passando correntes elétricas de alta frequência em um condutor (antena), dessa forma irradiando energia para fora do condutor.

Para a recepção de sinais de rádio, uma antena deve ser utilizada, mas como esta capta centenas de sinais de rádio ao mesmo tempo, é preciso utilizar um sintonizador de rádio para sintonizar uma frequência ou faixa de frequências em particular, o que é feito através de um ressonador. O ressonador é configurado para ressonar apenas em uma frequência ou faixa em particular, amplificando os sinais nesta frequência e ignorando as demais.

A informação é transportada através da modulação de algumas das propriedades das ondas eletromagnéticas como amplitude, frequência, fase ou pulso. Quando as ondas de rádio encontram um condutor elétrico, os campos oscilatórios induzem a uma corrente alternada no condutor, desta forma, a informação nas ondas podem ser extraídas e transformadas em sua forma original [Brain, Marshall. Como funcionam as ondas de rádio. How Stuff Works Brasil. Disponível em: <http://informatica.hsw.uol.com.br/ondas-de-radio1.htm>. Acessado em: 28/05/2013].

### 3.3.2 - Componentes Eletrônicos Para Transmissão e Recepção de Sinais

A seguir são descritos os componentes eletrônicos necessários para a transmissão e recepção de sinais por ondas eletromagnéticas.

#### 3.3.2.1 – Transmissor

Um transmissor de rádio é um dispositivo eletrônico que acoplado a uma antena, produz ondas de rádio. A frequência de rádio é obtida alternando-se a corrente no condutor (antena). Pela sua propriedade de uso em broadcast, os transmissores de rádio são peça fundamental em muitos dispositivos portáteis como celulares, computadores wireless, bluetooth, portões de garagem, ou embarcados em aviões, navios e naves espaciais.

O transmissor pode ser uma peça separada de um equipamento eletrônico ou um circuito elétrico com outros componentes eletrônicos. O transmissor juntamente com o receptor, são chamados unicamente de transceptor. O termo “transmissor” pode ser abreviado para “XMTR” ou “TX” em documentos técnicos. Um exemplo de transmissor pode ser visto na figura 3.2.



Figura 3.2: Transmissor RF. Fonte: robotics.reefat.com.

A grande vantagem do transmissor de rádio é oferecer comunicação à distância, pode-se transmitir desde áudio e vídeo até sinais digitais de computadores, esta comunicação é possível através da modulação do sinal. As modulações mais conhecidas são as utilizadas em rádio, AM e FM. Em AM (Amplitude Modulation), a informação é adicionada ao sinal de rádio variando-se sua amplitude, em FM (Frequency Modulation) a informação é disposta variando-se a frequência do sinal de rádio. A figura 3.3 mostra as modulações AM e FM.

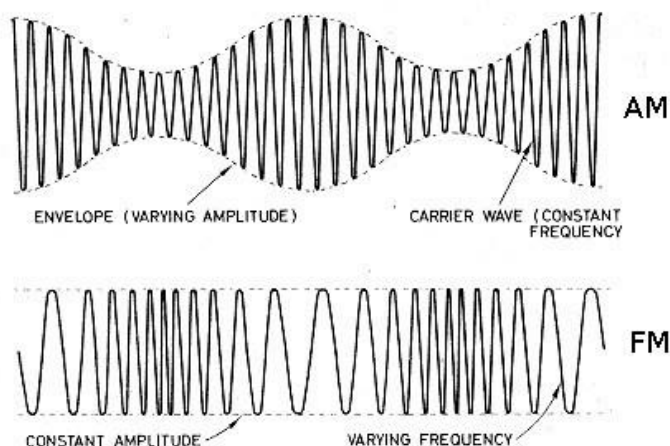


Figura 3.3: Modulações AM e FM. Fonte: National Instruments.

Um transmissor de rádio frequência é composto pelos seguintes componentes eletrônicos:

- Um circuito elétrico para transformar a energia de entrada para as voltagens necessárias para produzir o sinal de rádio.
- Um circuito oscilador eletrônico para gerar o sinal da frequência de rádio.
- Um circuito modulador pra inserir as informações nas ondas de rádio.
- Um amplificador de radiofrequência para aumentar a intensidade.

[Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Transmitter>. Acessado em: 01/06/2013]

### 3.3.2.2 – Receptor

O receptor de rádio é um dispositivo eletrônico que capta as ondas de rádio e extrai as informações nela contidas, transformando em uma forma que possa ser utilizada. A antena do receptor intercepta as ondas de rádio e converte a alternância de corrente para um sinal identificável pelo transmissor. A figura 3.4 mostra um exemplo de receptor de radiofrequência.

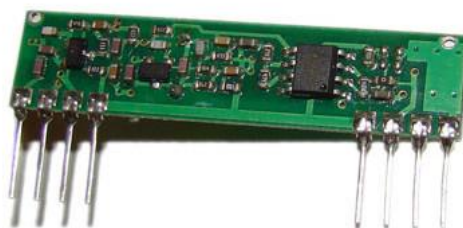


Figura 3.4: Receptor de radiofrequência. Fonte: robotics.reefat.com.

A partir de filtros, é feita separação da frequência desejada das demais outras captadas pela antena e depois o amplificador eletrônico aumenta a potência do sinal a ser processado. Após isso a informação é recuperada pelo demodulador, que faz o processo inverso do modulador. [Fonte: [http://www.radio-electronics.com/info/radio\\_history/radiohist/hstrx.php#top](http://www.radio-electronics.com/info/radio_history/radiohist/hstrx.php#top). Acessado em: 01/06/2013]

### 3.3.2.3 – Encoder

O encoder pode ser um dispositivo, software, algoritmo ou circuito capaz de codificar uma informação ou convertê-la em outra para fins de padronização ou segurança. Basicamente, o encoder converte o sinal ou dado em um código, que pode ser utilizado para inúmeros propósitos, como por exemplo comprimir a informação para transmissão, encriptografar ou converter um código em outro.

Em telecomunicações, o encoder modifica o sinal a ser transmitido, de forma que quando for recebido, um decoder específico possa reaver o sinal original. A figura 3.5 mostra exemplos encoders.

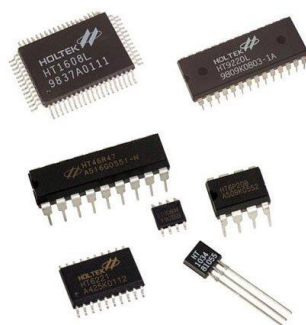


Figura 3.5: Circuitos integrados encoders. Fonte: qrbiz.com.

#### 3.3.2.4 – Decoder

O decoder é o dispositivo, software, algoritmo ou circuito que faz a função inversa do encoder, desfazendo a codificação para se obter a informação original. O mesmo método de codificação utilizado pelo encoder, é realizado inversamente pelo decoder. A figura 3.6 mostra um exemplo de decoder.

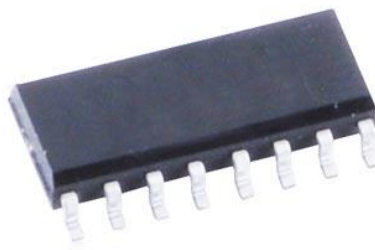


Figura 3.6: Circuito integrado decoder. Fonte: radioshack.com.

É de fundamental importância conhecer a funcionalidades e conceitos destes componentes na transmissão e recepção de sinais de radiofrequência para o desenvolvimento deste projeto. Estes componentes e seus fundamentos foram aplicados amplamente no protótipo, e fazem parte da base desta solução, como será visto nos próximos capítulos.

## CAPÍTULO 4 – PROTÓTIPO DE SOLUÇÃO PARA A COMUNICAÇÃO

### 4.1 – Apresentação Geral do Modelo Proposto

Para o dispositivo identificador de linha de ônibus funcionar com bom desempenho, é necessário um alcance de aproximadamente 100 metros, o que seria uma boa distância visando o tempo de reação de uma pessoa ao ouvir o sinal, se levantar (caso o ponto de ônibus possua assentos) e fazer o sinal solicitando que o motorista pare o ônibus.

Para implementação, é preciso também seguir as normas da Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) para utilizar frequência de rádio disponíveis e permitidas. Também é necessária atenção ao custo do sistema, o que pode parecer pouco para a construção unitária, nas grandes capitais existe uma quantidade enorme de ônibus. Em São Paulo, por exemplo, a frota de ônibus chega a quinze mil veículos, o que pode deixar o projeto inviável. [<http://www9.prefeitura.sp.gov.br/spMovimento/sisnum/frotaoperamuni.php>. Acessado em 3/12/2013].

Dessa forma, esta solução visa o auxílio ao deficiente na identificação da linha de ônibus de uma forma simples, digna, autônoma e discreta, e que ainda assim seja acessível financeiramente e de fácil implementação para ser utilizado de forma imediata, considerando estes fatores foi proposto o seguinte modelo, conforme mostra a figura 4.1:

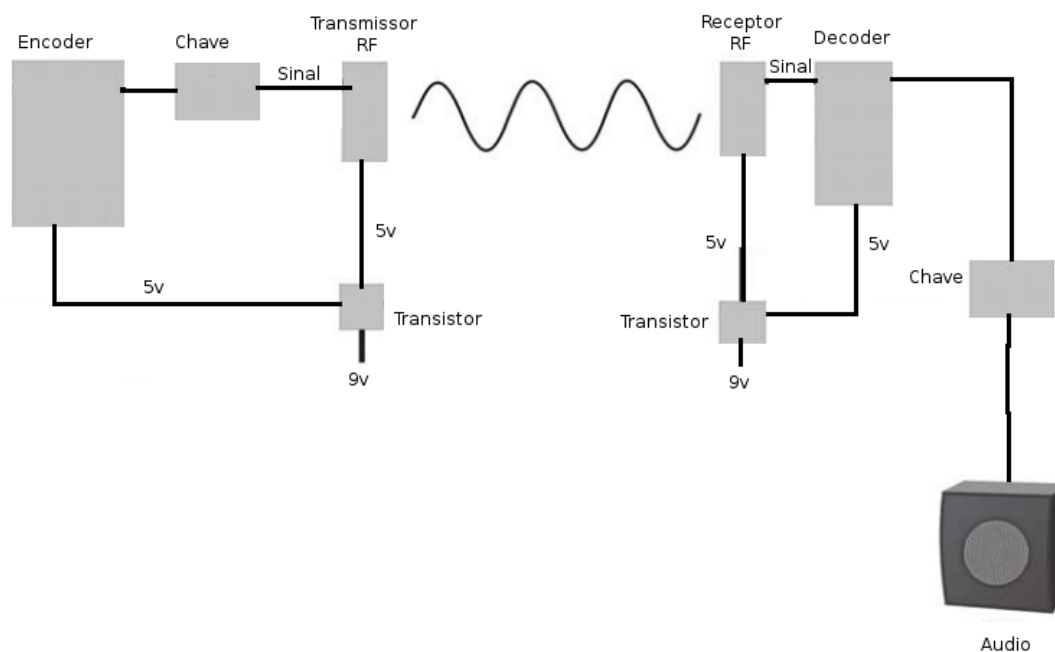


Figura 4.1: Visão geral do protótipo. Fonte: Autor.

## 4.2 – Descrição das Etapas do Modelo

O projeto foi dividido em duas partes, o emissor e o receptor.

### 4.2.1 – Sistema transmissor

O sistema transmissor é responsável por emitir sinais de rádio codificados para identificar a linha do ônibus. Por ser um protótipo, foram simuladas 4 linhas de ônibus diferentes que o usuário poderá escolher. O transmissor consiste basicamente de um transmissor RF que recebe um sinal do encoder e o converte em ondas de rádio, transmitindo a 433MHz. Este sistema será acoplado a bateria do ônibus e precisará de um conversor de tensão de 12V para 5V, mas para o protótipo, será utilizada uma bateria de 9V convertido para 5V por meio de um transistor. A chave na saída do encoder selecionará qual é a linha atual do ônibus desaterrando o sinal. A figura 4.2 mostra a implementação do circuito transmissor.

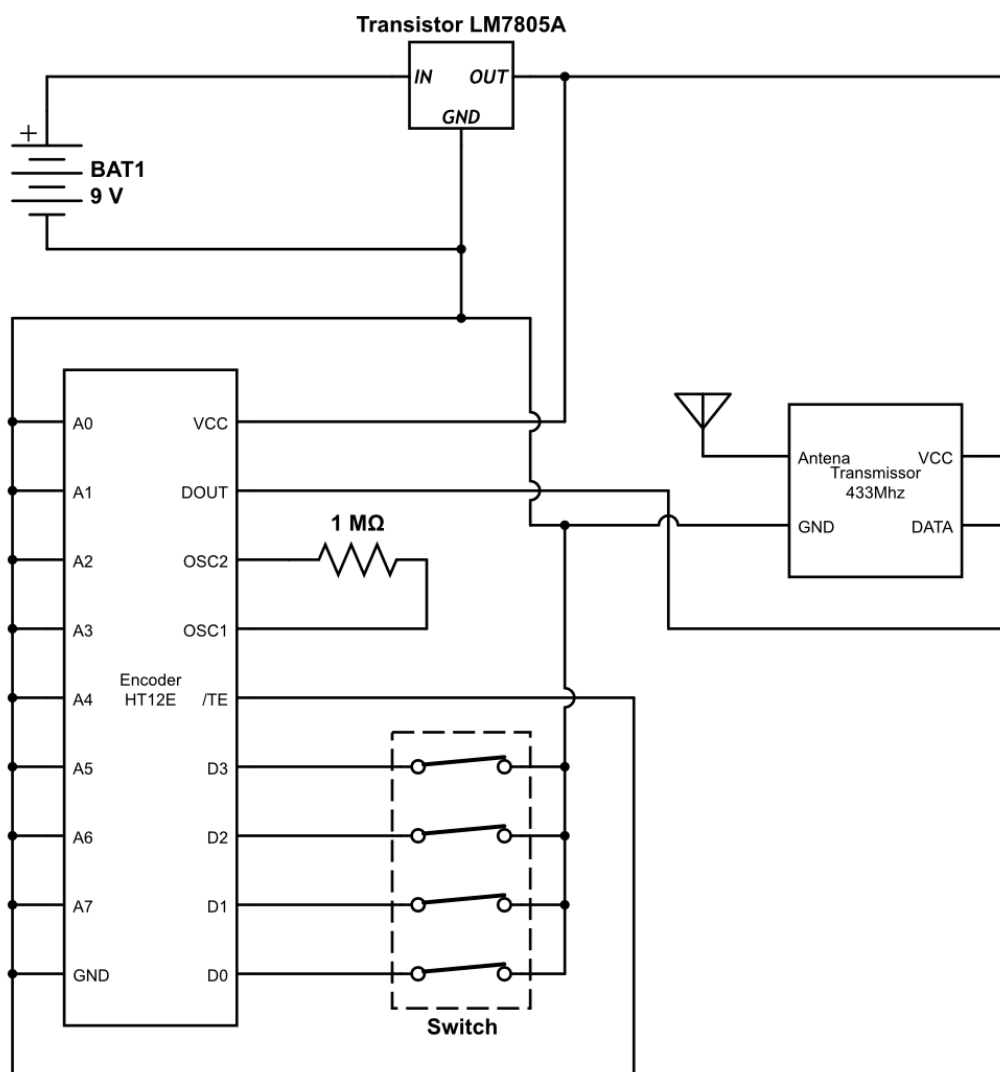


Figura 4.2: Circuito transmissor. Fonte: Adaptado do manual do fabricante do transmissor TXA1-434-F11. ON SHINE ENTERPRISE.



Para a confecção do sistema transmissor foram utilizados os seguintes componentes:

O Transmissor TXA1-434-F11 opera na faixa 433.92Mhz, a alimentação pode variar de 3V a 12V, muito utilizado em alarme de carros e dispositivos de segurança residenciais. Possui 4 pinos para antena, aterramento, alimentação e dados. A figura 4.3 mostra o transmissor TXA1-434-F11 e suas portas e conexões.

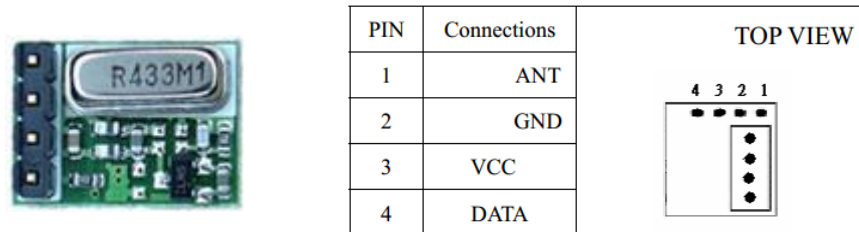


Figura 4.3: Transmissor TXA1-434-F11. Fonte: Express Componentes.

Encoder HT12E. Este encoder converte entradas paralelas em saídas seriais, codifica os 12 bits de data paralelos em serial para serem transmitidos pelo transmissor RF. Estes 12 bits são divididos em 8 bits de endereços e 4 bits de dados. Possui um pino de transmissão ativada TE (do termo em inglês Transmission Enabled), quando ativado, os endereços e dados são transmitidos juntos via RF. A figura 4.4 mostra o circuito integrado encoder HT12E e suas portas.

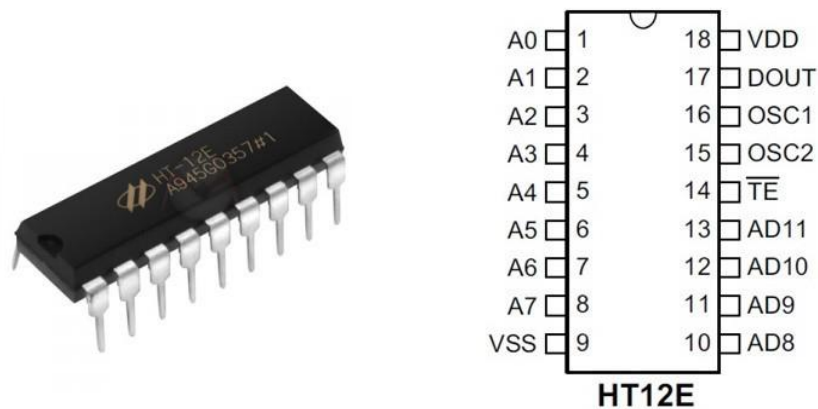


Figura 4.4: Encoder HT12E. Fonte: Eletronics Info.

O Transistor LM7805A é um circuito regulador de voltagem integrado. Sua corrente de saída é até de 1A e com 9V de entrada ele regula para 5V de saída. Tem uma proteção de desligamento em caso de sobrecarregamento térmico. A figura 4.5 mostra o transistor LM7805A.



Figura 4.5: Transistor LM7805A. Fonte: Angel Fire dot com.

Chave DIP de 4 vias. Esta chave permite o acionamento de 4 canais diferentes, simultaneamente ou não. A figura 4.6 mostra a chave DIP utilizada.



Figura 4.6: Chave DIP 4 vias. Fonte: HU Infinito.

#### 4.2.2 – Sistema Receptor

O sistema receptor conta com um receptor RF compatível, este passa o sinal identificado para o decoder para ser analisado, caso o sinal recebido corresponda com alguma de suas 4 portas, é transmitido para a etapa seguinte. A chave é acionada pelo usuário, que pode selecionar uma ou mais das 4 linhas disponíveis, e faz a função de filtro para que outras linhas não acionem o sinal sonoro. Após o sinal passar pela chave, é amplificado e acionará um relé, que por sua vez aciona o dispositivo sonoro. Todo este sistema (com exceção do dispositivo de áudio) é alimentado por uma bateria de 9V com a tensão convertida para 5V por um transistor. A figura 4.7 mostra o esquemático do circuito receptor.

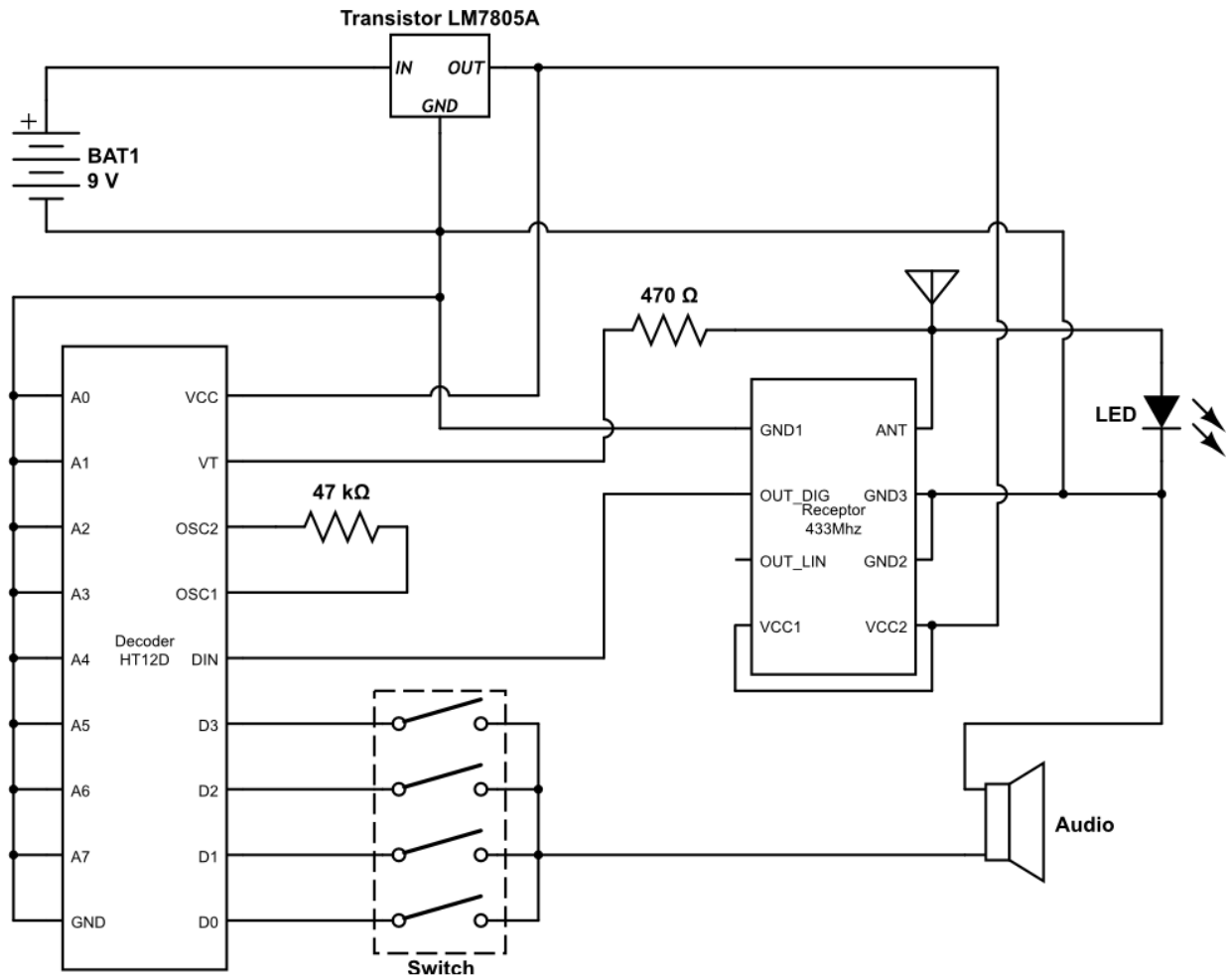



Figura 4.7: Circuito receptor. Fonte: Adaptado do manual do fabricante do receptor RXA27. ON SHINE ENTERPRISE.

Para a confecção do receptor foram utilizados os seguintes componentes:

Receptor RXA27L-433MHz. Este é um modulo receptor em miniatura que recebe e demodula o sinal digital para o decoder. Tem uma boa excelente performance com o transmissor TXA1-434-F11 e opera na faixa 315 a 434Mhz. Este receptor possui 8 pinos, 3 pinos para aterramento, 2 para alimentação, 1 para antena, 1 para saída digital e 1 para saída analógica. A figura 4.8 mostra o receptor RXA27L-433MHz utilizado na solução.

PIN	Connections	<p><b>TOP VIEW</b></p> 
1	GND	
2	DIGITAL OUTPUT	
3	LINEAR OUTPUT	
4	VCC	
5	VCC	
6	GND	
7	GND	
8	ANT	



### 4.3 - Implementação

Os dispositivos foram montados seguindo a especificação anterior, em cima de plataformas protoboards visando uma melhor flexibilidade em relação a troca de componentes e montagem. O protoboard é mostrado na figura 4.11.



Figura 4.11: Protoboard. Fonte: HU Infinito.

Primeiramente foi montado o dispositivo transmissor, conectando todos os fios ao seus devidos terminais. Como o protoboard (figura 4.11) não exige solda, alguns fios podem apresentar mau-contato, portanto foi necessário a utilização de voltímetro para assegurar o bom funcionamento. Deve-se tomar cuidado também com a ligação correta dos fios tendo em vista a especificação dos componentes para que não se tenha como consequência a queima dos mesmos.

O transmissor se comunica com o encoder utilizando o pino de dados, o encoder por sua vez faz a divisão das linhas de ônibus, que são ligadas manualmente a partir da chave. Ao ligar a chave, ocorre o aterramento do pino e o bit zero (sem sinal) é transmitido. Na figura 4.12 pode-se ver a ligação entre o transmissor e o encoder.

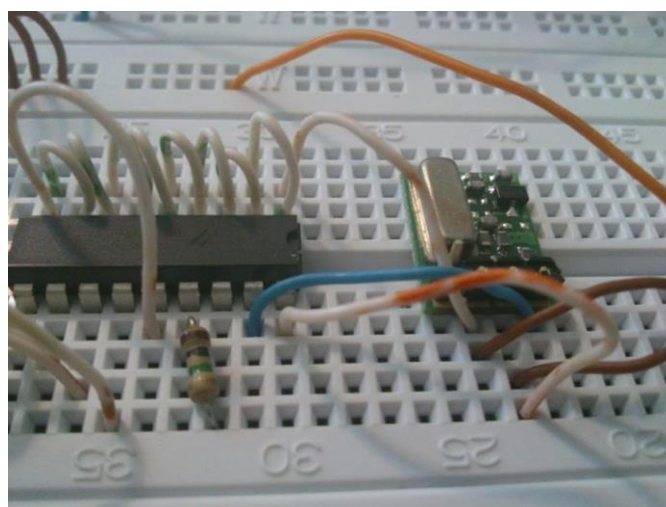


Figura 4.12: Transmissor e encoder. Fonte: Autor.

Ao chegar ao receptor, um LED vermelho indica que a conexão está estabelecida e o sinal é repassado ao decoder onde é feita a decodificação do sinal, na chave pode-se escolher qual a linha de ônibus que deseja. Por padrão, todos os canais não ativados transmitem continuamente o bit 1, assim que o decoder recebe o sinal para ativar determinado canal, este passa a transmitir o bit 0 (corta o sinal). Na figura 4.13 pode-se ver a ligação entre o receptor e o decoder.

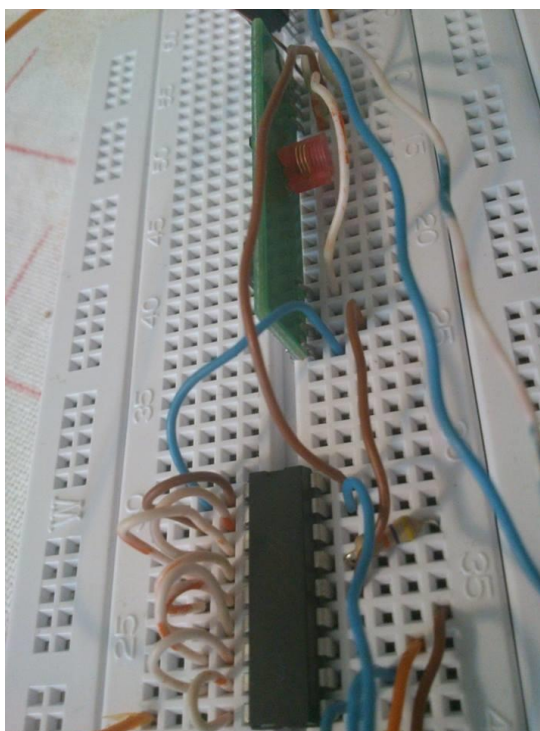


Figura 4.13: Receptor e decoder. Fonte: Autor.

O dispositivo de áudio é acionado somente quando o bit passa de 1 para 0. Assim que o sinal é detectado, o canal passa a transmitir bit 0 e o áudio é acionado. Esta propriedade do dispositivo gerou um problema, pois caso nenhuma linha esteja ligada na chave, a resposta do sistema será bit 0. Se o transmissor se encontrar próximo ao receptor e for selecionada a mesma linha de ônibus transmitida, não haverá a transição do bit 1 para o bit 0, estará em estado inicial 0 e se manterá em 0 após o acionamento da chave, desta forma não há o acionamento do áudio. A solução encontrada foi reservar um canal exclusivo sempre ligado e não-acionado para que sempre que ocioso, o sistema tenha como resposta o bit 1, se o canal selecionado para identificar a linha de ônibus passar a transmitir bit 0, a saída final do sistema mudará de 1 para 0, ocasionando no acionamento do aviso sonoro. A figura 4.14 mostra um canal sempre transmitindo o bit 1.



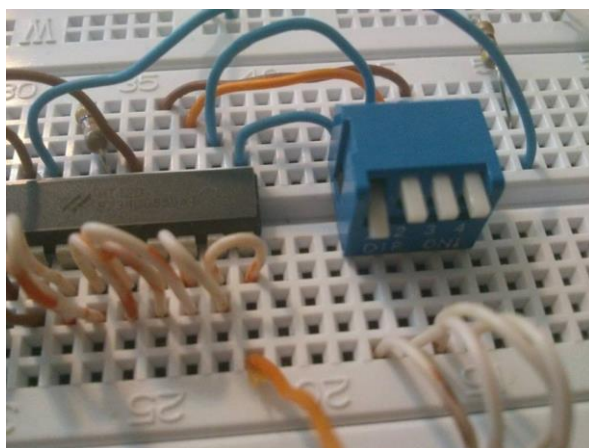


Figura 4.14: Solução para o problema do bit 0.

O resultado final da montagem dos protótipos transmissor e receptor pode ser visto por inteiro nas figuras 4.15 e 4.16, respectivamente.

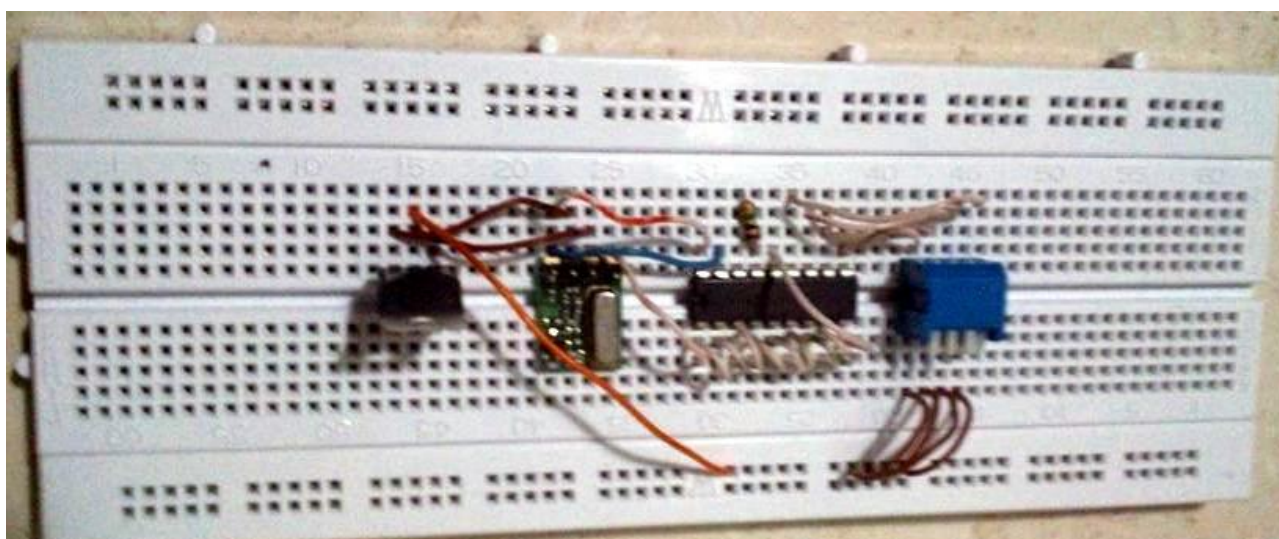


Figura 4.15: Dispositivo Transmissor. Fonte: Autor.

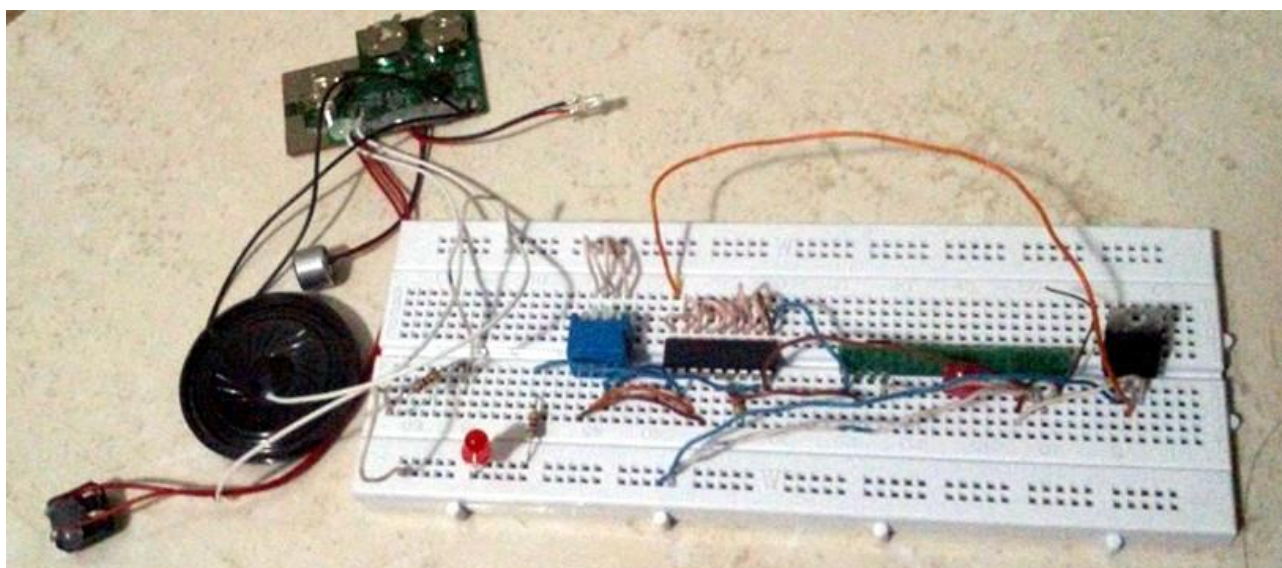


Figura 4.16: Dispositivo Receptor. Fonte: Autor.

## **CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO PROPOSTO**

### **5.1 - Apresentação da Área de Aplicação do Modelo**

Este modelo tem como objetivo o usuário final do transporte público, ou seja, o passageiro, especificamente o passageiro deficiente visual. Como a solução tem 2 partes, um transmissor e um receptor, ambos se comunicando via radiofrequência. É necessário que o transmissor seja colocado no ônibus de forma fixa e o receptor seja portátil e fique em poder do passageiro, para que possa usar sempre que haja necessidade.

### **5.2 – Descrição da Aplicação do Modelo**

O sistema transmissor fica acoplado ao ônibus, em um caso real deve ser alimentado pela própria bateria do ônibus e transmitir de forma ininterrupta o sinal. O motorista do ônibus deve alterar a linha no aparelho através da chave toda vez que o veículo tomar um novo itinerário, assim como já ocorre com o letreiro. De preferência, o dispositivo deve ficar na extremidade frontal do ônibus e na parte de cima, para uma melhor abrangência da transmissão, pois a transmissão RF está sujeita a interferências por fatores externos como árvores, campos eletromagnéticos provenientes de fios de alta tensão e outros obstáculos.

O dispositivo transmissor é portátil e fica em poder do deficiente, que ao chegar na parada de ônibus, deve ligar seu dispositivo receptor e escolher a linha que deseja como destino. Assim que o ônibus se aproximar da parada, com uma distância aproximada a 100 metros, a comunicação é estabelecida entre os dispositivos e caso a linha selecionada seja a mesma em ambos, haverá a confirmação através do áudio. Caso o deficiente ative o dispositivo e seu ônibus esteja no ponto, será ativado o áudio imediatamente.

Para o bom funcionamento, entretanto, é preciso da colaboração dos funcionários das empresas de ônibus para a conservação do equipamento e seu uso correto, para que rotas erradas não sejam transmitidas e nem os aparelhos sejam desligados, um rápido treinamento deve ser passado aos funcionários.

### **5.3 – Resultados da Aplicação do Modelo**

O sistema foi testado com 2 tipos de montagem diferente, a primeira com o dispositivo de áudio inserido, assim como demonstrado na figura 4.15 e em seguida, para que o teste de aplicação possa ser demonstrado em fotos neste trabalho, o equipamento foi modificado para que no lugar do sinal sonoro seja emitida uma luz em um LED de cor verde. O LED vermelho já faz parte do escopo e indica que o receptor está recebendo um sinal. Foram testados os seguintes métodos:



- Aproximar o dispositivo transmissor do receptor com ambos ligados. Sintonizados na mesma linha e em linhas diferentes. A distância deve ser de aproximadamente 100 metros.
- Selecionar uma linha de ônibus enquanto o transmissor esteja funcionando e por perto (distância inferior a 100 metros). Linha igual e diferente ao transmissor.

Os resultados foram satisfatórios. A comunicação entre os dois dispositivos foi estabelecida e o transporte de dados foi feito corretamente, a distância de abrangência do sinal foi satisfatória, e correspondeu a expectativa de 100 metros de distância. Na figura 5.1, pode-se observar que o receptor está captando um sinal do transmissor, mas nenhuma linha está selecionada, portanto ambos os LEDs estão ativados.

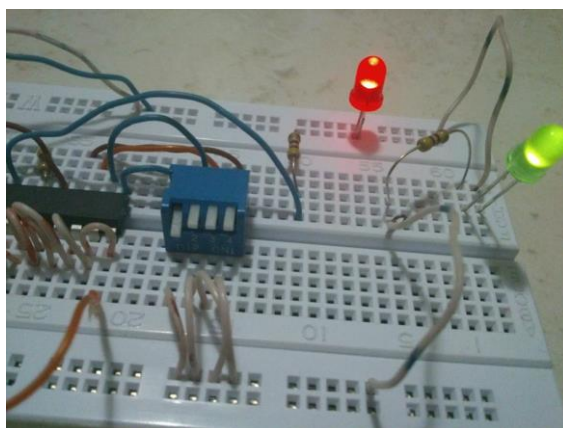


Figura 5.1: Nenhuma linha selecionada. Fonte: Autor.

Na figura 5.2 a mesma linha do transmissor foi selecionada, e portanto o sinal passa a transmitir bit 0. O LED verde se apaga, indicando o ativamento do sinal sonoro.

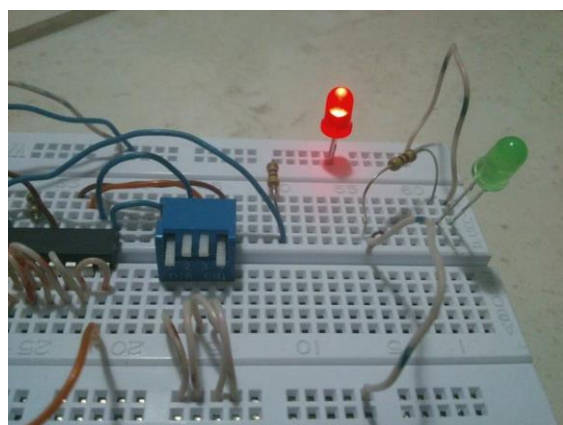


Figura 5.2: Linha identificada. Fonte: Autor.

Na figura 5.3 o transmissor está transmitindo em um canal diferente do ativado no receptor, portanto os dois LEDs estão ativados, indicando que a linha não é a correta e nenhum sinal sonoro é transmitido.



Figura 5.3: Linha diferente. Fonte: Autor.

**5.4 – Custos do Modelo Proposto** Os gastos com a confecção do protótipo podem ser vistos nas tabelas 5.1 e 5.2:

Tabela 5.1: Custos do sistema transmissor.

<b>TRANSMISSOR</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário (R\$)</b>	<b>Preço total (R\$)</b>
Protoboard 640 pontos	1	13.00	13.00
Chave DIP 4 vias	1	1.10	1.10
Transmissor 433MHz	1	24.95	24.95
Encoder HT12E	1	7.75	7.75
Bateria	1	4.40	4.40
Transistor LM7805A	1	0.75	0.75
Resistor	1	0.20	0.20
<b>TOTAL</b>			<b>52.15</b>

Fonte: Autor.

Tabela 5.2: Custos do sistema receptor.

<b>RECEPTOR</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário (R\$)</b>	<b>Preço total (R\$)</b>
Protoboard 640 pontos	1	13.00	13.00
Chave DIP 4 vias	1	1.10	1.10
Receptor 433MHz	1	24.95	24.95
Decoder HT12D	1	7.75	7.75
Dispositivo gravador/reprodutor de áudio	1	9.16	9.16
Bateria	1	4.40	4.40
Transistor LM7805A	1	0.75	0.75
LED Vermelho	1	0.15	0.15
Resistor	1	0.20	0.20
<b>TOTAL</b>			<b>61.46</b>

Fonte: Autor.

O valor total dos dois dispositivos é R\$ 113,61. Nestes valores estão incusos os fretes para aquisição dos itens, sem o frete esse valor cai para R\$ 75,66. Uma forma de reduzir ainda mais este custo seria utilização de placas para soldar os componentes no lugar dos protoboards, e como o transmissor estaria ligado à bateria do ônibus, não haveria necessidade de uma bateria extra. No caso de produção em série, pode haver uma redução drástica no preço dos componentes.

### **5.5 – Avaliação Global do Modelo**

A solução abrange todos os objetivos proposto por este trabalho. O dispositivo possui uma boa portabilidade e mobilidade para que não seja um incômodo para o usuário, além de ser de baixo custo, possibilitando que qualquer pessoa tenha acesso ao equipamento. Reconhece e alerta de forma discreta o ônibus da linha desejada que se aproxima da parada, permitindo ao deficiente uma situação mais confortável em aguardar, não tendo que se preocupar em procurar ajuda sempre que estiver só em um ponto de ônibus.

Existe o fato de que algumas vezes há aglomeração de ônibus nas paradas, fazendo com que o usuário possa se confundir em relação aos veículos. Apesar disso, o equipamento cumpre seu dever de auxiliar os deficientes.

## **CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO**

### **6.1 – Conclusões**

O projeto atingiu seu objetivo principal, de auxiliar o deficiente visual a identificar a linha de ônibus. Durante a implementação do projeto surgiram problemas como o sinal de resposta do receptor ser zero quando nenhuma linha for selecionada, dessa forma não acionando o dispositivo de áudio. A solução encontrada em reservar um canal para que este sempre transmita um bit 1 até que o outro canal selecionado transmita o bit 0 contribuiu para o aprendizado em circuitos eletrônicos. Outro problema identificado foi o de mau-contato nos fios do circuito, ocasionado pelo uso de protoboard, por este motivo muitos fios foram substituídos. Este problema dificilmente seria encontrado em placas soldadas, mas não haveria a mesma flexibilidade em relação a sua montagem.

Após os testes, de distância (ativando quando entrar no perímetro de 100 metros) e de funcionamento, pode-se constatar que a solução atingiu todos os objetivos específicos, mostrar que é possível utilizar a tecnologia para tornar a utilização do transporte público por parte dos deficientes visuais uma atividade simples, digna, autônoma e discreta. Em qualquer lugar e a qualquer hora do dia, o deficiente visual pode ligar o aparelho e aguardar no ponto sem se preocupar em não conseguir embarcar no ônibus certo. Uma de suas principais vantagens é o fato de ser um dispositivo acessível financeiramente e de fácil implementação que pode ser produzido em escala industrial e ser utilizado de forma imediata.

Com este sistema, os deficientes visuais podem usufruir de um trajeto mais, entretanto, este sistema não funciona sem a participação das pessoas. É esperado que esta proposta seja utilizada amplamente, contando com a colaboração dos usuários, do governo e das empresas de ônibus e seus funcionários para um bom desempenho, contribuindo, dessa forma, com a sociedade.

### **6.2 - Sugestões Para Trabalhos Futuros**

Como sugestão para outro trabalho derivado ou desse segmento, recomenda-se um sistema de comunicação recíproca onde tanto o deficiente saiba que o ônibus se aproxima, quanto o motorista também saiba que existe um deficiente aguardado para embarque, de uma forma que este último deva obrigatoriamente efetuar a parada em um ambiente especial no ponto de ônibus.

Outra sugestão seria um sistema centralizado de banco de dados de apoio para colher informações a respeito da quantidade de deficientes visuais, seus destinos e seus principais pontos de ônibus para embarque, visando uma melhor análise e planejamento das linhas de ônibus.

Também se sugere a expansão deste sistema para outros tipos de deficientes, como cadeirantes, que poderiam saber quais ônibus possuem elevador próprio para deficientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL (4 de maio de 2011). 55% dos usuários estão insatisfeitos com transporte coletivo. Folha de S. Paulo. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/911138-55-dos-usuarios-estao-insatisfeitos-com-transporte-coletivo.shtml>>. Acesso em: 16 abril. 2013.

AGÊNCIA BRASIL (4 de maio de 2011). 65% usa transporte público nas capitais, mostra estudo. Folha de S. Paulo. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/911133-65-usa-transporte-publico-nas-capitais-mostra-estudo.shtml>>. Acesso em: 16 abril. 2013.

BONDE (26 de maio de 2008). Transporte público de Curitiba é referência em congresso. O Bonde. Disponível em <[http://www.bonde.com.br/bonde.php?id\\_bonde=1-3-24-698-20080526](http://www.bonde.com.br/bonde.php?id_bonde=1-3-24-698-20080526)>. Acesso em: 16 abril. 2013.

BRAIN, Marshall. Como funcionam as ondas de rádio. How Stuff Works Brasil. Disponível em: <<http://informatica.hsw.uol.com.br/ondas-de-radio1.htm>>. Acesso em: 28 maio. 2013.

ESCATAMBULO, Almir (19 de dezembro de 2012). Pessoas com deficiência visual e o transporte coletivo: Um desafio. Blog O Diário. Disponível em: <<http://blogs.odiario.com/acessibilidade/2012/12/19/pessoas-com-deficiencia-visual-e-o-transporte-coletivo-um-desafio/>>. Acesso em: 03 abril. 2013.

G1 (31 de dezembro de 2012). Deficiente visual diz ser vítima de golpe em Belém. G1 PA. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2012/12/deficiente-visual-e-vitima-de-golpe-em-belem.html>>

Acesso em: 20 abril. 2013.

HENRIQUES, Camila. SEVERIANO, Adneison (20 de janeiro de 2013). Pontos de ônibus em Manaus são alvo de atos de vandalismo. Site Globo Disponível em <<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2013/01/pontos-de-onibus-em-manaus-sao-alvo-de-atos-de-vandalismo.html>>. Acesso em: 06 abril. 2013.

JKCAMPOS (novembro de 2011). MOTORISTA IGNORA DEFICIENTES VISUAIS E NÃO PARA ÔNIBUS PARA ELES SUBIREM EM SANTARÉM. Blog do J Campos. Disponível em:

<<http://blogdojcampos.blogspot.com.br/2012/11/motorista-ignora-deficientes-visuais-e.html>>

Acesso em: 06 abril. 2013.

LEAL, Clayton (16 de fevereiro de 2011). Motoristas ignoram acesso para deficiente em ônibus. Blog Meu Transporte. Disponível em: <<http://meustransporte.blogspot.com.br/2011/02/motoristas-ignoram-acesso-para.html>>. Acesso em: 06 abril. 2013.

LEI No 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/110098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110098.htm)>. Acesso em: 05 maio. 2013.

NTU. (30/12/2009) CERTIFICAÇÃO DE ACESSIBILIDADE PARA VEÍCULOS NOVOS Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novosite/mostraPagina.asp?codServico=139>>. Acesso em: 01 maio. 2013.

Prefeitura de São Paulo (abril de 2013). Os principais números do trânsito e transporte em São Paulo. Disponível em: <<http://www9.prefeitura.sp.gov.br/spMovimento/sisnum/frotaoperamuni.php>>. Acesso em: 03 maio. 2013.

Radio-Eletronics. History of the Radio Receiver. Disponível em: <[http://www.radio-electronics.com/info/radio\\_history/radiohist/hstrx.php#top](http://www.radio-electronics.com/info/radio_history/radiohist/hstrx.php#top)>. Acesso em: 01 junho. 2013.

Radio-eletronics. Radio Frequency, RF, Technology and Design. Disponível em: <<http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/>> Acesso em: 30 maio. 2013.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores. Rio de Janeiro: CAMPUS , 2003. Quarta edição. Páginas 23 a 25.

TECLES, Elisa. Cegos mostram como fazem para driblar a ignorância que encontram no dia-a-dia. Universidade Livre Para Eficiência Humana. Correio Braziliense. Disponível em: <<http://www.unilehu.org.br/noticias/noticia20/>>. Acesso em: 05 abril. 2013.

UFMG. Equipamento para deficientes visuais identificarem ônibus será apresentado em feiras tecnológicas. UFMG. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/014795.shtml>>. Acesso em: 06 abril. 2013.

Wikipédia, a enciclopédia livre (8 de maio de 2013). Onda de rádio. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Ondas\\_de\\_radio](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ondas_de_radio)>. Acesso em: 28 maio. 2013.

Wikipédia, a enciclopédia livre (24 de maio de 2013). Radio. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Radio\\_communication](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_communication)> Acesso em: 28 maio. 2013.

Wikipedia, the free Encyclopedia. (10 de maio de 2013). Receiver (radio). Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Receiver\\_\(radio\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Receiver_(radio))>. Acesso em 01 junho. 2013.

Wikipedia, the free Encyclopedia. (29 de maio de 2013). Transmitter. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Transmitter>>. Acesso em 01 junho. 2013.

VIEIRA, Isabela (27 de abril de 2012). IBGE: 24% da população têm algum tipo de deficiência. Agência Brasil. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-04-27/ibge-24-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>>. Acesso em 23 março. 2013.